

複数の Kinect センサを用いた出席管理システムの開発

菅原勝也[†] 佐藤永欣[†] 高山毅[†] 村田嘉利[†]

[†] 岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1 はじめに

近年、大学での講義の評価方法において出席率を重視する傾向にある。しかしながら、点呼や出席簿の回覧といった従来の手法では、「代返」や「途中退席」といった不正行為に対応できない。指静脈認証 [1] や IC カードリーダー [2] を利用した出席確認方法が提案されているが、前述の不正行為に対応できないと言われている。そこで我々は、不正行為を抑止するために FeliCa 内蔵学生証と Kinect センサの人検出機能を用いた出席管理システムの開発を行った。本稿では、開発した出席管理システムと実験評価について述べる。

2 システム

2.1 システム概要

提案システムの概要を図 1 に示す。システムは、講義室の入り口に設置する FeliCa リーダと Kinect センサ、講義室内に設置する複数の Kinect センサから構成される。FeliCa リーダと FeliCa 内蔵学生証、Kinect センサを利用し、学生と学生番号の対応付けを行う。対応付けの方法については 3 章で説明する。対応付けした学生は、講義室内に設置した複数の Kinect センサから得られる学生情報から学生の追跡を行う。学生追跡の方法については 4 章で説明する。

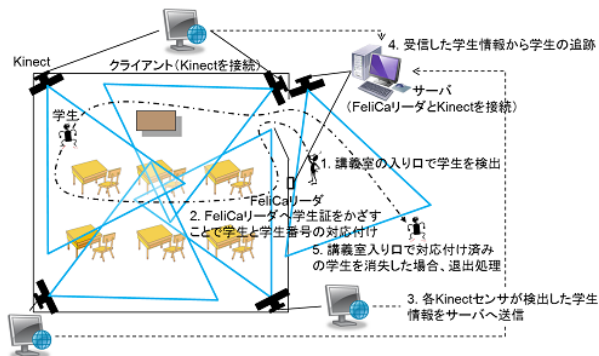


図 1: システムイメージ

2.2 プログラム構成

プログラム構成を図 2 に示す。FeliCa 処理・データベース処理・Kinect 処理・ネットワーク処理の四つの処理が連携することにより出席を管理する。FeliCa 処理では、FeliCa 内蔵学生証から FeliCa 固有の ID である IDm を取得する。データベース処理では、データベースの管理を行う。FeliCa 処理により取得した IDm と対応している学生番号を学生情報 DB から取得し、講義終了後に学生番号に対応する学生の出席状況を出席情報 DB へ登録する。Kinect 処理では、Kinect センサの

人検出機能により検出した学生の位置情報と色情報を抽出する。ネットワーク処理では、Kinect 処理により抽出した学生情報をサーバへ送信し、サーバ側で講義内の学生情報を一元管理する。

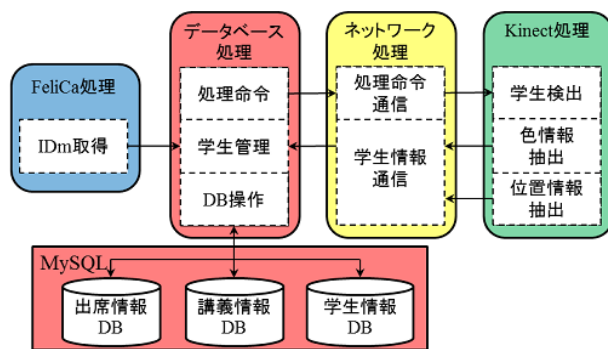


図 2: プログラム構成

3 検出学生と学生番号の対応付け

学生と学生番号の対応付けの流れを図 3 に示す。講義室の入り口に設置した Kinect センサが FeliCa リーダ付近に存在している学生を検出する。検出された学生が FeliCa 内蔵学生証を FeliCa リーダに読み取らせると、システムはデータベースから学生番号を取得する。取得した学生番号と FeliCa リーダ付近の学生を対応付けすることにより、学生の追跡を開始する。FeliCa リーダ付近に複数の学生が存在した場合、FeliCa リーダに最も近い学生と学生番号を対応付けする。

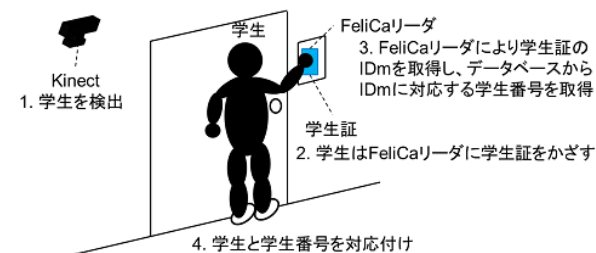


図 3: 学生番号と検出学生の対応付け

4 学生追跡

4.1 位置情報に基づく学生の位置更新

位置更新処理は全ての Kinect センサが検出した学生の位置情報をもとに行う。3 章により対応付けした学生の位置更新を行うまでの秒数 $time_{non-update}$ を式 (1) へ代入し、更新距離 $dist_{update}$ を求める。次に各学生の更新前の位置 $(x_{current}, y_{current})$ と検出した学生の位置 (x_{next}, y_{next}) を式 (2) へ代入し、学生の位置更新前の位置からの移動距離 $dist_{next}$ を求める。 $dist_{next}$ が式 (3) を満たす場合、学生の移動後の位置として位置更新を行う。式 (3) を満たす $dist_{next}$ が得られない場合には $time_{non-update}$ の秒数を増加する。位置更新処理を毎秒行うことにより学生

Development of an Attendance Management System Using Multiple Kinect Sensors
K.Sugawara[†], N.Sato[†], T.Takayama[†] and Y.Murata[†]
[†] Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

を追跡する。本研究では徒歩所要時間に基づいて最大移動距離 $walk_{max}$ を 1333mm に設定する。

$$dist_{update} = time_{non-update} \times walk_{max} \quad (1)$$

$$dist_{next} = \sqrt{(x_{next} - x_{current})^2 + (y_{next} - y_{current})^2} \quad (2)$$

$$dist_{update} \geq dist_{next} \quad (3)$$

4.2 色情報に基づく学生の個人識別

複数の学生が存在する場合の識別方法について説明する。関連研究 [3] では同一動体の識別を行うために HSV 空間の色情報を利用しており、我々も同様の方法を適用することにした。関連研究 [3] の方法を適用するに当たり、以下の改良を行った。

- 色相一致率 C_H の計算式を色相環を考慮した計算式 (4)~(8) に変更した。
- HSV 一致率 C_{HSV} の計算式に色相の影響を受けない白や黒、灰色を考慮した計算式を加えた。色が灰色の条件を満たす場合、式 (9) を用い、白または黒色の条件を満たす場合式 (10) を用いて C_{HSV} を計算する。 C_{HSV} の重み $weight$ は 0.7 に設定する。
- 学生の色情報を明確にするため色区分を設定した。色区分は、赤・緑・青とシアン・マゼンタ・イエロー、白・黒・灰色の 9 種類とした。

また、学生の姿勢や向きにより色の割合に微妙な変化が発生することを考慮し、色一致率 C_{color} を求める式 (11) を導入した。式 (11) では、学生の色の割合上位三つを比較し、各色の割合を重み $weight_{first}, weight_{second}, weight_{third}$ として計算する。 $C_{first}, C_{second}, C_{third}$ は、それぞれ比較した上位三つの色の HSV 一致率 C_{HSV} を表している。

$$H_{1R} = \frac{H_1}{180.0} \cdot \pi, H_{2R} = \frac{H_2}{180.0} \cdot \pi \quad (4)$$

$$\cos H_R = \sin H_{1R} \cdot \sin H_{2R} + \cos H_{1R} \cdot \cos H_{2R} \quad (5)$$

$$H_R = \arccos \cos H_R \quad (6)$$

$$H = \frac{H_R \cdot 180}{\pi} \quad (7)$$

$$C_H = 1.0 - \frac{H}{180} \quad (8)$$

$$C_{HSV} = C_V \cdot (1.0 - weight) + C_S \cdot weight \quad (9)$$

$$C_{HSV} = C_V \cdot weight + C_S \cdot (1.0 - weight) \quad (10)$$

$$C_{color} = C_{first} \cdot weight_{first} + C_{second} \cdot weight_{second} + C_{third} \cdot weight_{third} \quad (11)$$

5 評価実験

5.1 目的と方法

提案システムの有効性を評価するために以下の二つの実験を行った。

学生追跡の実験方法を図 4 に示す。実験は学生一名で行い、パターン 1 を Kinect センサに対して x 軸方向への移動、パターン 2 を y 軸方向への移動、パターン 3 を移動中に消失した場合として正確に学生追跡が行われるか調査した。

学生識別の実験方法を図 5 に示す。実験は灰色と赤色の服装の学生二名で行い色情報を利用した場合としない場合での学生識別の成功率の差を調査した。パターン 1 を x 軸でのすれ違い移動、パターン 2 を y 軸でのすれ違い移動、パターン 3 を同じ位置から別方向への移動とした。

すべての測定パターンは各 10 回行った。

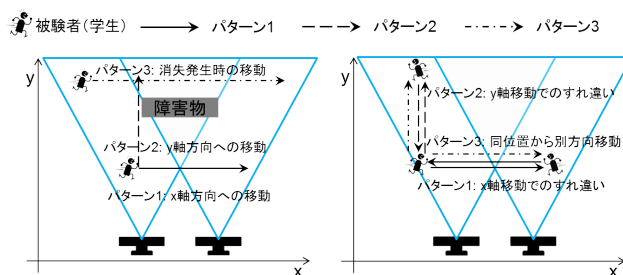


図 4: 学生追跡実験

図 5: 学生識別実験

5.2 結果

学生追跡の成功率を表 1 に示す。学生の追跡実験では、高い成功率が得られた。学生識別の成功率を表 2 に示す。色情報を利用しない場合、複数学生の識別成功率は低かった。それに対し、色情報を利用した場合、高い成功率が得られた。また、学生追跡実験と学生識別実験のいずれも測定パターンの違いによる成功率の差に大きな違いは見られなかった。

表 1: 学生追跡成功率

	パターン 1	パターン 2	パターン 3	平均
位置更新	90%	100%	90%	93%

表 2: 学生識別成功率

	パターン 1	パターン 2	パターン 3	平均
色情報無	70%	50%	50%	57%
色情報有	80%	100%	90%	90%

5.3 考察

実験結果から高い成功率を得ることができたため Kinect センサを利用した学生の追跡は十分に可能と言える。また、複数の学生の識別を行うために色情報を利用する方法は有効と言える。但し、実験環境に存在していた障害物が灰色の服装をした学生として誤検出してしまったことが原因で 100% の成功率が得られなかったため、Kinect センサの誤検出を減少させる方法を考える必要がある。

6 まとめと今後の展望

本稿では、Kinect センサを用いて出席管理を行うため、Kinect センサによる学生追跡と学生識別の実験を行った。実験結果から、Kinect センサを用いて受講中の学生を監視することは十分に可能と言える。しかし、受講中の学生の服装変化や Kinect センサが机等の備品を学生として誤検出することは十分に考えられる。今後はこれらの問題に対処できるように改良する必要がある。

参考文献

- [1] 湯瀬裕昭, 河田貴司, 鈴木直義, 中原陽三: 指静脈認証を用いた出席確認システムの評価, DICOMO2009 pp1685-1692, 2009.
- [2] かいけつ出席: http://www.alphamedia.co.jp/ss_about.html.
- [3] 長宝有希: P2P 防犯エリアネットワークにおける動体の軌跡に基づく不審者検出, 岩手県立大学ソフトウェア情報学部卒業論文, 2011.
- [4] OpenNI: <http://www.openni.org/>.